

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(A n'utiliser que pour
le classement et les
commandes de reproduction).

2.160.269

②1 N° d'enregistrement national
(A utiliser pour les paiements d'annuités,
les demandes de copies officielles et toutes
autres correspondances avec l'I.N.P.I.)

71.41069

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

1^{re} PUBLICATION

- ②2 Date de dépôt 16 novembre 1971, à 10 h 35 mn.
④1 Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. - «Listes» n. 26 du 29-6-1973.
- ⑤1 Classification internationale (Int. Cl.) C 10 g 39/00//B 01 j 11/00.
- ⑦1 Déposant : INSTITUT FRANÇAIS DU PETROLE, DES CARBURANTS ET LUBRIFIANTS,
1 et 4, avenue de Bois-Préau, 92-Reuil-Malmaison.
- ⑦3 Titulaire : *Idem* ⑦1
- ⑦4 Mandataire :
- ⑤4 Procédé et appareillage pour un procédé d'hydroreforming d'hydrocarbures.
- ⑦2 Invention de : Roger Boret, Charles Bronner, Roland Huin et André Vidal.
- ③3 ③2 ③1 Priorité conventionnelle :

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention - PARIS (15^e)

71 41069

1

2160269

La présente invention concerne un procédé de conversion d'hydrocarbures, en particulier un procédé d'hydroreforming d'hydrocarbures, ainsi que l'appareillage correspondant.

On connaît divers procédés d'hydroreforming catalytique. Selon l'un des procédés d'hydroreforming dit "non régénératif", le catalyseur reste en service pendant de longues périodes mais son activité baisse au cours du temps ce qui oblige à élever la température des réacteurs progressivement donc à avoir une sélectivité variable au cours du cycle opératoire. De plus, lors de la régénération, les réacteurs sont tous mis hors-circuit ce qui interrompt totalement la production de l'usine. Selon un autre procédé d'hydroreforming dit "régénératif", le catalyseur est régénéré fréquemment ou continuellement. Il est régénéré fréquemment dans le cas où l'on utilise plusieurs réacteurs qui renferment le catalyseur en lit fixe. L'un de ces réacteur est en régénération (ou en attente), pendant que les autres réacteurs sont en service ; il remplace ensuite un des réacteurs en service lorsque le catalyseur de celui-ci est régénéré, et, de cette façon, tous les réacteurs sont alternativement mis hors-service pour régénération, puis, à nouveau, en service sans que la marche de l'unité soit interrompue.

Le catalyseur est régénéré continuellement dans le cas où l'on n'utilise qu'un seul réacteur : dans ce dernier cas, le catalyseur s'écoule continuellement de haut en bas et la régénération se fait, par exemple, en continu dans un réacteur annexe, le catalyseur étant recyclé dans le réacteur principal de manière à ne pas interrompre la réaction. L'utilisation d'un système à plusieurs réacteurs est applicable à des catalyseurs du type métal noble, en particulier le platine, mais la complexité de l'appareillage (en particulier coût élevé des vannes et conduites) et les réglages fréquents que nécessitent la mise en service et l'arrêt d'un réacteur (qui se traduisent par une perte de production) en rendent l'application peu satisfaisante du point de vue économique. Mais, par contre, l'utilisation d'un seul réacteur, avec régénération en continu du catalyseur, n'était applicable jusqu'ici qu'à des catalyseurs du type oxyde, par exemple oxyde de molybdène ou de cobalt dont la régénération, par simple brûlage des dépôts carbonés, ne pose pas de problème et est aisée et dont l'attrition éventuelle se traduit par des pertes peu onéreuses.

Or, la présente invention permet maintenant de faire fonctionner en continu les conversions d'hydrocarbures en présence d'un catalyseur de la

71 41069

2160269

famille du platine grâce à un système de régénération du catalyseur fonctionnant en même temps que la réaction de conversion d'hydrocarbures.

La présente invention concerne un procédé de conversion d'hydrocarbures et, notamment, un procédé d'hydroreforming catalytique, dans lequel le catalyseur usé ou partiellement usé, de la famille du platine, est soutiré progressivement de la zone réactionnelle, régénéré et recyclé progressivement dans la zone réactionnelle.

La présente invention concerne également différents appareillages permettant de mettre en oeuvre la procédé.

10 Le procédé et les appareils de l'invention présentent l'avantage de permettre une opération dans des conditions beaucoup plus sévères (en particulier, à des pressions plus basses et, pour la production des reformats à nombres d'octane plus élevés) que le procédé normal et d'obtenir, en outre, un gain de rendement notable dû au fait d'opérer en présence d'un catalyseur fréquemment régénéré donc plus sélectif.

Le procédé et les appareils de l'invention présentent, en outre, les avantages suivants :

- Choix du niveau d'activité en fonction de la qualité de la charge et de la sévérité de l'opération,
- 20 - Suppression des temps morts correspondant aux régénérations du système antérieur "non-régénératif",
- Possibilité de vérifier très fréquemment l'état du catalyseur et donc d'y adapter le traitement de régénération.

Ces avantages sont obtenus selon l'invention par un procédé caractérisé en ce que l'on fait circuler une charge formée d'hydrogène et d'hydrocarbures à travers un espace de réaction renfermant un catalyseur en grains à base d'alumine et d'un métal de la famille du platine, en ce que le catalyseur en grains progressivement introduit par l'une des deux extrémités de l'espace de réaction est progressivement soutiré par l'autre des deux extrémités de l'espace de réaction, en ce que le catalyseur ^{en grains} progressivement soutiré de l'espace de réaction est envoyé dans une zone de régénération où, disposé en lit fixe, il est successivement :

- a) soumis à une combustion à l'aide d'un gaz renfermant de l'oxygène moléculaire,
- 35 b) soumis à une oxychloration au moyen d'un gaz renfermant de

71 41069

2160269

l'oxygène moléculaire et simultanément, un halogénure d'alkyle,

c) soumis à un traitement final à l'aide d'un gaz renfermant une concentration forte d'oxygène moléculaire,

5 en ce que le catalyseur régénéré est réduit en présence d'un courant d'hydrogène, en ce que le catalyseur ainsi traité est réintroduit progressivement vers l'extrémité de l'espace de réaction opposée à celle par laquelle le catalyseur a été soutiré, pour remplacer le catalyseur soutiré de l'espace de réaction, de manière à maintenir un niveau d'activité élevé et sensiblement constant en chaque point de l'espace catalytique.

10 Selon une variante du procédé, on peut démarrer la réaction de conversion d'hydrocarbures dans un premier espace catalytique duquel on soutire le catalyseur pour le régénérer en continu ; ensuite, le catalyseur est introduit dans un deuxième espace catalytique où se poursuit le traitement de la charge. En réalisant cette variante, le procédé selon l'invention se caractérise alors
15 en ce que l'on fait circuler une charge formée d'hydrogène et d'hydrocarbures successivement à travers deux espaces de réaction renfermant chacun un catalyseur en grains à base d'alumine et d'un métal de la famille du platine, en ce que le catalyseur en grains est progressivement soutiré du premier espace de réaction par l'une de ses deux extrémités et envoyé dans une zone de régénération où, disposé en lit fixe, il est successivement :

20 a) soumis à une combustion à l'aide d'un gaz renfermant de l'oxygène moléculaire,

b) soumis à une oxychloration au moyen d'un gaz renfermant de l'oxygène moléculaire et, simultanément, un halogénure d'alkyle,

25 c) soumis à un traitement final à l'aide d'un gaz renfermant une forte concentration d'oxygène moléculaire, en ce que le catalyseur régénéré est réduit en présence d'un courant d'hydrogène, en ce qu'il est ensuite progressivement introduit dans le deuxième espace de réaction par l'une de ses extrémités, progressivement soutiré par l'autre extrémité et enfin réintroduit progressivement dans le premier espace de réaction par
30 l'extrémité opposée à celle par laquelle il en avait été soutiré.

En adoptant, pour le soutirage du catalyseur (soutiré soit de l'espace de réaction, soit du premier espace de réaction lorsqu'il y en a deux), une fréquence et un taux convenable, on peut maintenir l'espace ou les espaces
35 catalytiques à un niveau d'activité et de sélectivité constant.

Le catalyseur, destiné à la zone de régénération, peut être soutiré en

71 41069

2160269

continu ou bien périodiquement, par exemple avec une fréquence de 1/10 à 10 jours, en ne soutirant à la fois qu'une fraction, par exemple 0,5 à 15 % de la quantité totale de catalyseur. Mais il est également possible de soutirer ce catalyseur avec une fréquence beaucoup plus rapide (une minute environ, par exemple), la quantité soutirée étant réduite en proportion.

Généralement la mise en oeuvre de la régénération est réalisée comme suit : le catalyseur usé ou partiellement usé, provenant d'un espace de réaction, est remonté par un lift vers un ballon "accumulateur-décanteur" situé en général au-dessus du régénérateur. Le fluide du lift, utilisé pour convoier le catalyseur, est, de préférence, l'hydrogène de recyclage.

Dans le ballon "accumulateur-décanteur", l'hydrogène est séparé du catalyseur et envoyé vers un filtre pour éliminer les particules fines de catalyseur et de là envoyé vers un compresseur en vue du recyclage de l'hydrogène vers l'espace de réaction ou vers les lifts. Le catalyseur usé ou partiellement usé s'accumule dans le ballon "accumulateur-décanteur" avant d'alimenter le régénérateur situé généralement en-dessous de ce ballon. A intervalles réguliers le régénérateur est mis en équilibre de pression sous atmosphère d'hydrogène avec le ballon "accumulateur-décanteur" ; il est ensuite rempli de catalyseur provenant à travers un système de vannes du ballon "accumulateur-décanteur", puis isolé du reste du système. Le régénérateur est alors purgé à l'azote pour éliminer l'hydrogène et les hydrocarbures. Après quoi, la régénération proprement dite est alors effectuée, en lit fixe, en trois étapes successives :

- la première étape correspond à la combustion des dépôts de coke. Cette opération est réalisée par l'injection d'air dans un mélange inerte (composé, par exemple, d'azote et de gaz carbonique), ce mélange inerte servant de diluant thermique. La teneur en oxygène dans le gaz de régénération injecté est de préférence comprise entre 0,01 et 1 % en volume. L'air injecté est consommé par la combustion des dépôts de coke et la fin de la combustion se détecte aisément par l'augmentation de la teneur en oxygène dans le gaz sortant du régénérateur et également par la disparition du front de flamme (plan horizontal où se produit la combustion) qui se propage de haut en bas du lit catalytique. La combustion est réalisée à une température moyenne comprise de préférence entre 350 et 550 °C et sous une pression comprise, par exemple, entre 1 et 15 kg/cm².

- la deuxième étape correspond à l'oxychloration du catalyseur ; pour réaliser cette oxychloration, on augmente la teneur en oxygène du gaz

.5

71 41069

2160269

de régénération admis dans le régénérateur jusqu'à une valeur comprise entre 1 et 3 % en volume en introduisant simultanément un halogénure d'alkyle renfermant 1 à 6 atomes de carbone par molécule, et de préférence le tétrachlorure de carbone ; la proportion d'halogène d'alkyle est telle que cet halogène d'alkyle puisse être capable de former 0,5 à 1,2 % en poids d'un dérivé halogéné d'alumine par rapport au catalyseur soumis à la régénération ; l'oxychloration est effectuée à une température moyenne comprise entre 350 et 550 °C et sous une pression comprise entre, environ, 1 et 15 kg/cm². La durée de ce traitement peut être comprise, par exemple, entre 20 minutes et 3 heures. En général, elle est d'environ 1 heure.

- la troisième étape finale de régénération correspond à l'oxydation du catalyseur : pour la réaliser, on augmente encore la teneur en oxygène du gaz de régénération admis dans le régénérateur jusqu'à une valeur comprise entre 3 et 20 % en volume et on maintient ensuite le régénérateur à une température moyenne comprise encore entre 350 et 550 °C et sous une pression comprise entre 1 et 15 kg/cm². La durée de cette opération est comprise, par exemple, entre 30 minutes et deux heures. En général, elle est d'environ 1 heure.

Après la troisième étape, le régénérateur est purgé à l'azote, puis mis sous hydrogène en équilibre de pression avec le réacteur dans lequel le catalyseur va être injecté. Le catalyseur est ensuite transvasé du régénérateur vers ce réacteur, à travers un système de vannes. En haut de ce réacteur, le catalyseur est d'abord accumulé dans un espace, distinct de la zone réactionnelle (c'est-à-dire à travers lequel ne passe pas le mélange réactionnel d'hydrocarbures) où il est réduit, par un courant d'hydrogène, à une température comprise entre 350 et 550 °C et à une pression comprise entre 5 et 20 kg/cm². Ensuite, au fur et à mesure du soutirage du catalyseur usé, le catalyseur frais (et réduit) alimente progressivement la zone réactionnelle.

Les conditions générales de la réaction d'hydroreforming catalytique sont les suivantes : dans l'espace de réaction, la température moyenne est comprise entre, environ, 450 et 580 °C, la pression est comprise entre, environ 5 et 20 kg/cm², la vitesse est comprise entre 0,5 et 10 volumes de naphta liquide par volume de catalyseur et le taux de recyclage est compris entre 1 et 10 moles d'hydrogène par mole de charge.

On mentionnera également à titre simplement illustratif :

- Charge : naphta distillant entre environ 60 °C et environ 220 °C, en

71 41069

2160269

particulier naphta de distillation directe.

- Catalyseur : métal de la famille du platine, c'est-à-dire métal noble tel que platine, palladium, iridium, ruthenium, osmium, rhodium, ou mélange de métaux nobles sur support (exemples: platine - alumine - halogène ou platine - iridium - alumine - halogène). La teneur totale en métaux nobles est de 0,1 % à 2 % en poids et la teneur en halogène, de préférence chlore ou fluor, de 0,1 % à 5 %. On peut remplacer l'association alumine - halogène par d'autres supports, par exemple la silice - alumine.

- L'espace de réaction d'où est soutiré le catalyseur, destiné à être transporté ensuite vers le régénérateur, peut être décomposé en au moins deux zones catalytiques élémentaires. Dans ce cas, ces zones catalytiques peuvent être disposées en série, chacune d'elles étant constituée d'un espace catalytique renfermant un lit catalytique descendant lentement en continu ou plus généralement descendant lentement, périodiquement, sous la forme d'une colonne ininterrompue de grains catalytiques (dans la suite de la présente description ainsi que dans les revendications, on appellera conventionnellement un tel espace : espace ou zone de "type à lit mobile"). La charge circule dans chaque zone successivement, suivant un écoulement radial, de la périphérie vers le centre. Ces zones catalytiques étant donc disposées en série, la charge s'écoule successivement à travers chacune de ces zones catalytiques élémentaires, avec chauffage intermédiaire de la charge entre les zones catalytiques élémentaires ; le catalyseur est introduit en haut de la zone où est introduite la charge fraîche ; il s'écoule ensuite progressivement de haut en bas de cette zone d'où il est soutiré par le bas, et par tout moyen approprié (lift en particulier) il est transporté en haut de la zone catalytique élémentaire suivante dans laquelle il s'écoule également progressivement de haut en bas, et ainsi de suite jusqu'à la dernière zone catalytique en bas de laquelle le catalyseur est également progressivement soutiré puis envoyé dans la zone de régénération. La figure 2 illustrera ci-dessous ce type d'agencement.

- L'espace de réaction, d'où est soutiré le catalyseur destiné à être transporté ensuite vers le régénérateur, peut encore être décomposé en au moins deux zones catalytiques (ou espaces de "type à lit mobile") empilées verticalement les unes au-dessus des autres, de façon à permettre l'écoulement par gravité du catalyseur de la zone située au-dessus vers la zone située en dessous.

- L'espace de réaction est alors constitué de zones catalytiques réactionnelles de sections relativement grandes à l'intérieur desquelles le courant

71 41069

2160269

gazeux s'écoule de la périphérie vers le centre (ces zones sont des espaces de "type à lit mobile"), reliées entre elles par des zones de catalyseur de sections relativement petites, le courant gazeux sortant d'une zone catalytique de grande section étant divisé en une première partie (comprise de préférence entre 5 1 et 10 %) qui traverse une zone catalytique de section petite pour alimenter la zone catalytique de grande section subséquente, et la seconde partie (comprise de préférence entre 99 % et 90%) envoyée dans une zone d'échange thermique et remélangée à la première partie du courant gazeux à l'entrée de la zone catalytique de section grande subséquente. Ce dispositif a été décrit dans la 10 demande de brevet français n° 70/34581 à laquelle on pourra se reporter. La figure 1, ci-après, illustre ce type particulier d'agencement.

Un réacteur est donc constitué d'une seule zone de "type à lit mobile" ou de l'empilement de plusieurs de ces zones.

L'espace de réaction d'où est soutiré le catalyseur destiné à être 15 transporté ensuite vers le régénérateur peut être, bien sûr, constitué d'un réacteur unique qui peut lui-même être constitué d'une seule zone de "type à lit mobile".

Lorsque, après la régénération du catalyseur usé ou partiellement usé, le catalyseur régénéré est envoyé dans un deuxième espace de réaction avant 20 d'être renvoyé dans le premier espace de réaction, le deuxième espace de réaction pourra être au choix, comme on l'a vu ci-dessus, pour le premier espace, soit un réacteur unique, soit un ensemble d'au moins deux zones catalytiques élémentaires, celles-ci étant soit disposées en série comme on l'a vu ci-dessus, soit empilées les unes au-dessus des autres, comme on l'a vu également ci-dessus. 25 La figure 3 illustre le cas où le deuxième espace de réaction est constitué de plusieurs zones en série de type à lit mobile.

Lorsqu'un espace de réaction est constitué de plusieurs zones catalytiques élémentaires en série, ou de plusieurs zones catalytiques élémentaires empilées les unes sur les autres, on préfère, en pratique, que le volume des 30 zones catalytiques élémentaires aille en croissant suivant le sens général d'écoulement du fluide pour compenser le niveau d'activité de plus en plus faible du catalyseur. De même la température moyenne, dans chacun des réacteurs ou des zones, pourra varier : on préfère que les températures moyennes aillent en croissant suivant le sens général d'écoulement du fluide. Les figures 1 à 3 35 suivantes illustrent l'invention sans toutefois la limiter.

71 41069

2160269

Sur la figure 1, le premier espace de réaction 1 est formé de zones empilées. Il comprend 3 zones catalytiques élémentaires, c'est-à-dire 3 espaces de type à lit mobile, annulaires, c'est-à-dire radiales, de large section 2, 3 et 4 et deux zones catalytiques, également annulaires, de section réduite 5 et 6. Le réacteur est alimenté en catalyseur frais par la conduite 7. Le catalyseur est évacué par la conduite 8.

La charge, constituée de naphta, d'hydrocarbures légers et d'hydrogène, portée à la température de réaction, arrive par la conduite 9, traverse l'espace 23, passe, par exemple, par la grille 10 (ou un système répartiteur équivalent) et traverse la zone 2 où elle s'écoule de façon radiale (de la périphérie vers le centre) et traverse donc en majeure partie la grille 11 (ou un système collecteur équivalent) et est soutirée par la conduite 12 vers un moyen de réchauffage, non représenté, revient par la conduite 13 vers la zone 3 en ^{traversant} l'espace 14 puis la grille 15. Une faible partie du courant gazeux passe directement de la zone 2 dans la zone 3 par la conduite 5. Le courant gazeux traverse ensuite la zone catalytique 3. Une partie passe par la grille 16 et sort par la conduite 17. Elle passe dans un moyen de réchauffage, non représenté, puis revient par la ligne 18 et traverse l'espace 19 et la grille 20. L'autre partie passe directement par la conduite 6. Le courant gazeux résultant traverse la zone catalytique 4 et sort par la grille 21 et la conduite 22 vers un moyen de réchauffage 24.

Le catalyseur usé, évacué par la conduite 8 est remonté vers un ballon "accumulateur-décanteur" 27 à l'aide du lift 26 dont le fluide moteur admis par la conduite 25 est de l'hydrogène de recyclage de la section réaction. Le ballon "accumulateur-décanteur" 27 est situé au-dessus du régénérateur 30. Dans ce ballon, l'hydrogène, après avoir été séparé du catalyseur, est envoyé par la conduite 48 vers le compresseur de recyclage de la section réaction à travers un système de filtration des particules fines de catalyseur. A intervalles réguliers (par exemple, chaque 4 heures), le régénérateur 30 est mis en équilibre de pression sous atmosphère d'hydrogène avec le ballon "accumulateur-décanteur" 27 et est, ensuite, rempli de catalyseur usé en provenance de ce ballon par la conduite 29 à travers le système de vannes 31. Le régénérateur 30 est alors isolé du reste du système, purgé à l'azote et la régénération y est conduite sur un lit fixe de catalyseur en trois étapes successives comme il a été expliqué ci-dessus. L'air, ou le mélange air gaz inerte, est introduit par la conduite 33 et soutiré par la conduite 34 vers un compresseur et un équipement d'échange thermique non représenté sur la figure, en vue d'un recyclage par la

71 41069

2160269

conduite 33. Le gaz halogéné utilisé, est le tétrachlorure de carbone introduit par la conduite 35. Lorsque la troisième étape de régénération est terminée, le régénérateur est purgé à l'azote puis mis sous atmosphère d'hydrogène (les conduites d'admission d'azote et d'hydrogène ne sont pas représentées sur la figure

5 1) en équilibre de pression avec un deuxième espace de réaction 39 constitué d'une zone catalytique du même type que l'une des zones catalytiques élémentaires du premier espace de réaction 1 ; le catalyseur régénéré est alors évacué du régénérateur 30 par la conduite 36 à travers le système de vannes 32 ; le catalyseur régénéré est d'abord introduit dans la partie supérieure du dernier

10 espace de réaction 39, cette partie supérieure étant constituée d'un récipient 49 qui sert d'accumulateur du catalyseur et dans lequel est réalisée la réduction du catalyseur par un courant d'hydrogène à une température donnée, le courant d'hydrogène étant introduit par la conduite 38 (le récipient 49 est ici disposé en haut et à l'intérieur du dernier espace de réaction mais il peut

15 également être extérieur à cet espace de réaction 39). Ce courant d'hydrogène, après avoir servi à effectuer la réduction du catalyseur régénéré, est envoyé dans le deuxième espace de réaction 39 par la conduite 40. Le catalyseur réduit dans le récipient 49 est alors introduit progressivement dans le deuxième espace de réaction 39 au fur et à mesure que le catalyseur, partiellement usé, est

20 soutiré du bas de ce deuxième espace de réaction 39.

On notera que le deuxième espace de réaction est disposé en dessous du régénérateur ce qui permet au catalyseur de s'écouler par simple gravité du régénérateur dans le deuxième espace de réaction. Mais il est bien sûr également possible de placer le régénérateur à côté de la dernière zone de réaction, au-

25 quel cas, le catalyseur régénéré est remonté par un lift vers le haut du deuxième espace de réaction, au moyen, par exemple, de l'hydrogène utilisé pour la réduction du catalyseur régénéré. Le catalyseur régénéré s'écoule de haut en bas dans le deuxième espace de réaction suivant une vitesse adaptée aux conditions de traitement. Il est ensuite progressivement soutiré à travers une conduite

30 42 et ensuite remonté par un lift 44 dont le fluide est de l'hydrogène de recyclage de la section réaction introduit par la conduite 43, vers le réacteur 1. Avant d'atteindre le réacteur 1, le catalyseur est introduit dans le sas 45 d'où s'échappe le courant porteur d'hydrogène, par la conduite 46, vers le compresseur de recyclage de la section réaction à travers un système de filtration ; le

35 sas est isolé et mis sous une pression égale à la pression de l'espace de réaction 1, puis, à l'aide du système de vannes 47, le catalyseur est alors progressivement introduit dans le haut de l'espace de réaction 1. Quant à l'effluent du deuxième espace de réaction, il est soutiré par la conduite 41.

-10

71 41069

2160269

La figure 1 n'est pas limitative et il existe de nombreuses variantes possibles. En particulier, dans les espaces de réaction, au lieu de faire circuler les gaz de la périphérie vers le centre, on peut opérer de manière inverse. On peut utiliser davantage de zones catalytiques élémentaires aussi bien
5 dans le premier espace de réaction que dans le deuxième.

A noter aussi que dans les lifts servant à transporter le catalyseur, on utilise comme fluide moteur de l'hydrogène de recyclage maintenu, de préférence, à une température comprise entre 390 et 550 °C afin d'éviter les chocs thermiques sur le catalyseur ; mais il est bien évident que l'on peut utiliser
10 tout autre gaz, par exemple de l'azote.

Les figures 2 et 3 illustrent d'autres modes de réalisation de l'invention. Dans chacune de ces deux figures, la conversion d'hydrocarbures est réalisée dans des zones de réaction de "type à lit mobile" numérotées 1, 2, 3 et 4 ; dans le cas de la figure 2, il est éventuellement possible d'empiler
15 dans un seul réacteur plusieurs des zones réactionnelles de "type à lit mobile".

Dans les figures 2 et 3, comportant quatre réacteurs, le trajet de la charge n'a pas été illustré pour alléger les figures ; la charge entre en haut du réacteur 1 et en sort par le bas pour être réintroduite dans le haut du réacteur 2 et ainsi de suite dans les réacteurs 3 et 4. Entre chaque réacteur,
20 la charge passe à travers un moyen de chauffage.

Dans la figure 2, les quatre réacteurs 1, 2, 3 et 4 de volume croissant dans l'ordre 1, 2, 3 et 4 sont disposés en série. Le catalyseur introduit par le conduit 5 en haut du réacteur 1, est soutiré par la conduite 6 vers le récipient 9, situé en haut du réacteur 2, au moyen d'un lift 8 dont le fluide
25 moteur est de l'hydrogène de recyclage de la section réaction, introduit par la conduite 7. Le catalyseur contenu dans le récipient 9 est introduit dans le haut du réacteur 2 par la conduite 10. Le catalyseur chemine de la même façon à travers les réacteurs 2, 3 ou 4. Le catalyseur usé, soutiré par la conduite 2 en bas du réacteur 4, est remonté par un lift 23 dont le fluide moteur est de
30 l'hydrogène de recyclage, vers un ballon "accumulateur-décanteur" 24 et de là vers la zone de régénération 26 où tout se passe comme il a été indiqué pour le mode de réalisation de la figure 1. Après la régénération, le catalyseur retourne dans le haut du réacteur 1, après avoir auparavant subi une réduction de
35 l'hydrogène dans un récipient, non représenté sur la figure, situé en haut du réacteur 1.

11

71 41069

2160269

Dans le procédé, illustré dans la figure 3, les quatre réacteurs 1, 2, 3, 4, de volume croissant, sont disposés les uns à côté des autres mais le catalyseur est régénéré à la sortie du premier réacteur 1 et est introduit ensuite, après régénération, dans le réacteur 4. A la sortie du réacteur 4, le catalyseur passe dans le réacteur 3, puis dans le réacteur 2 et retourne enfin dans le réacteur 1.

Les procédés et les appareillages ci-dessus sont d'un emploi très général et peuvent être utilisés dans d'autres réactions de conversion d'hydrocarbures, par exemple la déshydrogénation, l'hydrogénation, l'hydroisomérisation, l'hydrodésulfuration, l'hydrosulfurage et l'hydrocracking. Il suffit, lorsque la réaction est exothermique de remplacer les systèmes de réchauffage entre les réacteurs (non-représentés) par des zones de refroidissement.

Les exemples suivants 1, 2, et 3, non limitatifs, démontrent respectivement l'intérêt des trois différents modes de réalisation de l'invention illustrés dans les figures 1, 2 et 3 par rapport à un système non-régénératif classique (voir l'exemple comparatif) dans lequel on utilise plusieurs réacteurs disposés en série qui sont régénérés tous ensemble et avec arrêt de l'unité, à intervalles réguliers.

Dans les exemples 1 à 3 et dans l'exemple comparatif, on a traité une essence répondant aux caractéristiques suivantes :

Distillation ASTM : 80 °C - 163 °C

D₄
15 : 0,738

Paraffines : 66 % en volume

Naphtènes : 27 % en volume

Aromatiques : 7 % en volume

On a opéré de façon à obtenir dans chacun des exemples et dans l'exemple comparatif, un reformat de nombre d'octane "clair" de 99. On a opéré à une température moyenne d'entrée de 500 °C dans chacun des réacteurs ou dans chacune des zones de réaction empilées dans une même enceinte. On a également opéré à un débit de 2 volumes liquides de charge (à 15 °C) par volume de catalyseur et par heure. Le taux de recyclage d'hydrogène était de 6 moles d'hydrogène par mole de charge. Dans l'exemple comparatif, la pression dans les réacteurs était de 16 kg/cm² absolus alors que dans les exemples 1 à 3, la pression dans les réacteurs ou zones de réaction n'était que de 11 kg/cm² absolus. Le catalyseur utilisé renferme 0,35 % en poids de platine par rapport au support qui est de

12

71 41059

2160269

l'alumine ayant une surface spécifique de 240 m²/g et un volume poreux de 57 cm³/g. Le catalyseur renferme, en outre, 0,05 % en poids d'iridium. La teneur en chlore de ce catalyseur est de 1 %.

EXEMPLE 1 :

- 5 L'exemple 1 concerne donc l'unité illustrée dans la figure 1 ; cette unité comprend (a) un premier espace de réaction dans lequel sont empilées 3 zones de réaction, (b) le régénérateur et (c) un deuxième espace de réaction. La charge passe successivement dans le premier espace de réaction contenant les 3 premières zones de réaction empilées, puis dans le deuxième espace de réaction.
- 10 Le catalyseur passe dans le premier espace de réaction contenant les 3 premières zones de réaction empilées, puis dans le régénérateur, puis dans le deuxième espace de réaction contenant la 4ème zone de réaction, puis remonte en haut du premier espace de réaction.

Conditions opératoires :

- 15 - le catalyseur est réparti dans les réacteurs dans les rapports suivants : 1ère zone de réaction : 10 %, 2ème zone de réaction : 20 %, 3ème zone de réaction : 30 %, 4ème zone de réaction : 40 %.
- la quantité totale de catalyseur est de 37 500 kilos.
- le catalyseur est soutiré du deuxième et premier espaces de réaction.
- 20 à raison de 280 kilos chaque 4 heures.
- le débit d'H₂ dans le lift 28 et le lift 42 est de 15 kg/hr environ.
- la régénération se déroule en 3 étapes successives :
1. La 1ère étape de combustion du coke, pour laquelle la température à l'entrée du régénérateur est maintenue à 440 °C, la pression dans le régénérateur à 5 kg/cm² abs., la teneur en oxygène à l'entrée du réacteur à 0,3 % volume, la durée de cette opération étant de 1 heure 30.
- 25 2. La 2ème étape d'oxychloration, pour laquelle la température est maintenue à l'entrée du régénérateur à 510 °C, la pression dans le régénérateur à 5 kg/cm² abs., la teneur en oxygène à l'entrée du régénérateur étant comprise entre 2 et 2,5 % vol, l'injection de Ccl₄ étant réalisée au débit de 3,4 kg/h. La durée de cette deuxième étape est de 1 heure.
- 30 3. La 3ème étape d'oxydation, pour laquelle la température est maintenue à 510 °C, la pression à 5 kg/cm² abs., la teneur en oxygène à l'entrée du réacteur étant comprise entre 4,5 et 6,0 % vol., la durée est de 1 heure.
- 35 - la réduction du catalyseur est réalisée dans un compartiment situé en haut du deuxième espace de réaction, le débit d'hydrogène étant de 25 kg/h,

13

71 41069

2160259

la température étant maintenue à 500 °C et la pression à 13 kg/cm² abs.

- le catalyseur frais est introduit en haut du deuxième espace de réaction à raison de 280 kg chaque 4 heures.

EXEMPLE 2 :

5 L'exemple 2 concerne l'unité illustrée dans la figure 2 ; cette unité comprend 4 réacteurs en série de type à lit mobile ; la régénération du catalyseur est effectuée à la sortie du quatrième réacteur.

Conditions opératoires :

- le catalyseur est réparti dans les réacteurs dans les rapports
10 suivants : 1er réacteur : 10 %, 2ème réacteur : 20 %, 3ème réacteur : 30 %, 4ème réacteur : 40 %.
- le catalyseur est soutiré de chacun des réacteurs à raison de 310 kg chaque quatre heures.
- le débit d'H₂ dans les lifts 8, 13, 18, 23 est de 15 kg/h.
- 15 - les conditions opératoires utilisées pour la régénération du catalyseur sont les mêmes que dans l'exemple 1.
- la réduction du catalyseur est réalisée dans un compartiment situé en haut du premier réacteur, les conditions opératoires en sont les mêmes que pour l'exemple 1.
- 20 - le catalyseur frais est introduit en haut du premier réacteur à raison de 310 kilos chaque 4 heures.

EXEMPLE 3 :

L'exemple 3 concerne l'unité illustrée sur la figure 3 ; cette unité comprend 4 réacteurs de taille croissante 1, 2, 3 et 4 ; le catalyseur est régé-
25 néré à la sortie du réacteur 1 ; le catalyseur régénéré passe d'abord dans le plus grand réacteur 4, puis dans le réacteur 3, puis dans le réacteur 2, puis retourne dans le réacteur 1 où la charge fraîche est introduite.

Conditions opératoires :

- le catalyseur est réparti dans les réacteurs dans les rapports sui-
30 vants : 1er réacteur : 10 %, 2ème réacteur : 20 %, 3ème réacteur : 30 %, 4ème réacteur : 40 %.
- le catalyseur est soutiré de chacun des réacteurs à raison de 270 kg chaque 4 heures.
- le débit d'H₂ dans les lifts 8, 13, 18 et 23 est de 15 kg/h.
- 35 - les conditions opératoires utilisées pour la régénération du catalyseur sont les mêmes que dans l'exemple 1.

14

71 41069

2160269

- la réduction du catalyseur est réalisée dans un compartiment situé en haut du premier réacteur ; les conditions opératoires en sont les mêmes qu pour l'exemple 1.

- le catalyseur frais est introduit en haut du premier réacteur à raison de 270 kg chaque 4 heures.

EXEMPLE COMPARATIF :

On utilise ici quatre réacteurs en lits fixes, en série, l'ensemble des réacteurs (et donc de l'unité) étant arrêté à intervalles réguliers (de plusieurs mois) pour permettre la régénération du catalyseur par tout moyen classique.

Les 4 réacteurs ont des volumes de catalyseur croissants dans les rapports suivants : 1er réacteur : 10 %, 2ème réacteur : 20 %, 3ème réacteur : 30 %, 4ème réacteur : 40 %.

La quantité totale de catalyseur est de 37 500 kg

15

RESULTATS :

Il ressort des exemples précédents que la premier avantage d'opérer selon un mode de réalisation conforme à l'invention, est de pouvoir opérer sous une pression beaucoup plus basse que dans les modes de réalisation antérieurs. En effet, comme on l'a signalé ci-dessus, dans chacun des exemples 1 à 3, la pression moyenne dans les zones de réaction n'est que de 11 kg/cm² alors qu'elle est de 16 kg/cm² dans l'exemple comparatif. Du fait de cet abaissement de pression et du fait également que le catalyseur est à un meilleur niveau d'activité et de sélectivité, on a observé un gain en rendement moyen en reformat, à la sortie de la dernière zone de réaction traversée par la charge, de 3,0 % (en poids par rapport à la charge) dans les exemples 1, 2 et 3, par rapport au rendement obtenu dans l'exemple comparatif. On a observé également un gain de 3 % pour les exemples 1, 2 et 3 par rapport à l'exemple comparatif sur la pureté moyenne en hydrogène du gaz de purge.

71 41069

-15-

2160269

REVENDICATIONS

- 1.- Procédé de conversion continue d'hydrocarbures, en présence d'un catalyseur en grains à base d'alumine et d'au moins un métal de la famille du platine, caractérisé en ce que l'on fait circuler une charge formée d'hydrogène et d'hydrocarbures à travers un espace de réaction constitué d'au moins deux zones catalytiques élémentaires, disposées en série, sensiblement verticales et disposées côte à côte, chacune d'elle étant de type à lit mobile, la charge circulant successivement dans chaque zone et le catalyseur passant également successivement à travers chaque zone en s'écoulant progressivement de haut en bas dans chacune d'elle, et en ce que le catalyseur progressivement soutiré de la dernière zone catalytique est envoyé dans une zone de régénération à la sortie de laquelle, le catalyseur régénéré est réintroduit progressivement vers la première zone catalytique de l'espace de réaction de manière à maintenir un niveau d'activité élevé et sensiblement constant en chaque point des zones catalytiques.
- 2.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le catalyseur régénéré, avant d'être réintroduit dans la première zone catalytique de l'espace de réaction, est d'abord progressivement introduit dans un deuxième espace de réaction par l'une des deux extrémités de ce deuxième espace de réaction dans lequel se poursuit le traitement de la charge provenant du premier espace de réaction, puis en ce que le catalyseur est progressivement soutiré par l'autre extrémité de ce deuxième espace de réaction et enfin réintroduit progressivement dans le premier espace de réaction.

.....

71 41069

-16-

2160269

- 3.- Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le deuxième espace de réaction est constitué d'au moins deux zones catalytiques élémentaires, disposées en série, sensiblement verticales et côte à côte, chacune d'elle étant de type à lit mobile, la charge circulant successivement dans chaque zone, et le catalyseur passant également successivement à travers chaque zone en s'écoulant progressivement de haut en bas dans chacune d'elle, et en ce que la catalyseur progressivement soutiré de la dernière zone est envoyé dans la première zone catalytique élémentaire du premier espace de réaction.
- 4.- Procédé selon la revendication 1, dans lequel le volume des zones catalytiques de l'espace de réaction croît suivant le sens général d'écoulement de la charge et du catalyseur.
- 5.- Procédé selon la revendication 3, dans lequel le volume des zones catalytiques du deuxième espace de réaction croît suivant le sens général d'écoulement de la charge et du catalyseur.
- 6.- Procédé selon la revendication 5, dans lequel le volume des zones catalytiques du premier espace de réaction croît suivant le sens général d'écoulement de la charge et du catalyseur.
- 7.- Procédé selon la revendication 1, dans lequel le volume des zones catalytiques croît suivant le sens général d'écoulement de la charge mais décroît suivant le sens général d'écoulement du catalyseur.
- 8.- Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel le catalyseur en grains, progressivement soutiré du premier espace de réaction est envoyé dans une zone de régénération où, disposé en lit fixe, il est successivement (a) soumis à une combustion à l'aide d'un gaz renfermant de l'oxygène moléculaire, (b) soumis à une oxychloration au moyen d'un gaz renfermant de l'oxygène moléculaire et simultanément un halogénure d'alkyle, (c) soumis à un traitement final à l'aide d'un gaz renfermant de l'oxygène, et en ce que le catalyseur régénéré est réduit en présence d'un courant d'hydrogène.

.... /

71 41069

- 4 -

2160259

- 9.- Procédé selon la revendication 8, dans lequel dans la régénération, la combustion (a) est réalisée à une température moyenne comprise entre 350 et 550°C, sous une pression comprise entre 1 et 15 kg/cm² au moyen d'un gaz dont la teneur en volume en oxygène est comprise entre 0,01 et 1 %, dans lequel l'oxychloration (b) est réalisée à une température moyenne comprise entre 350 et 550°C, sous une pression comprise entre 1 et 15 kg/cm², au moyen d'un gaz dont la teneur en oxygène, en volume, est comprise entre 1 et 3 % et d'un gaz dont la proportion en halogénure d'alkyle est telle que cet halogénure d'alkyle puisse être capable de former 0,5 à 1,2 % en poids d'un dérivé halogéné d'alumine par rapport au catalyseur soumis à la régénération, dans lequel le traitement final à l'oxygène (c) est réalisé à une température comprise entre 350 et 550°C, sous une pression comprise entre 1 et 15 kg/cm², au moyen d'un gaz dont la teneur en oxygène, en volume, est comprise entre 3 et 20 %.
- 10.- Procédé selon la revendication 9, dans lequel l'halogénure d'alkyle est le tétrachlorure de carbone.
- 11.- Procédé de conversion continue d'hydrocarbures caractérisé en ce que l'on fait circuler une charge formée d'hydrogène et d'hydrocarbures à travers un espace de réaction renfermant un catalyseur en grains à base d'alumine et d'au moins un métal de la famille du platine, en ce que le catalyseur en grains, progressivement introduit par l'une des deux extrémités de l'espace de réaction, est progressivement soutiré par l'autre des deux extrémités de l'espace de réaction, en ce que le catalyseur en grains, progressivement soutiré de l'espace de réaction, est envoyé dans une zone de régénération où, disposé en lit fixe, il est successivement a) soumis à une combustion à l'aide d'un gaz renfermant de l'oxygène moléculaire, cette combustion étant réalisée à une température moyenne comprise entre 350 et 550°C, sous une pression comprise entre 1 et 15 kg/cm² au moyen d'un gaz dont la teneur en volume en oxygène est comprise entre 0,01 et 1 %, b) soumis à une oxychloration au moyen d'un gaz renfermant de l'oxygène moléculaire et simultanément un halogénure d'alkyle, cette oxychloration étant réalisée à une température moyenne comprise entre 350 et 550°C, sous une pression comprise entre 1 et 15 kg/cm², au moyen d'un gaz dont la teneur en oxygène, en volume, est comprise entre 1 et 3 % et d'un gaz dont la proportion en halogénure d'alkyle est telle que cet halogénure d'alkyle puisse être capable de former 0,5 à 1,2 % en poids d'un dérivé

..../....

71 41069

- 41 -

2160269

halogéné d'alumine par rapport au catalyseur soumis à la régénération, c) soumis à un traitement final à l'aide d'un gaz renfermant de l'oxygène, ce traitement final à l'oxygène étant réalisé à une température comprise entre 350 et 550°C, sous une pression comprise entre 1 et 15 kg/cm², au moyen d'un gaz dont la teneur en oxygène, en volume, est comprise entre 3 et 20 %, et en ce que le catalyseur régénéré est réduit en présence d'un courant d'hydrogène, en ce que la catalyseur, ainsi traité, est réintroduit progressivement vers l'extrémité de l'espace de réaction opposée à celle par laquelle le catalyseur a été soutiré, pour remplacer le catalyseur soutiré de l'espace de réaction, de manière à maintenir un niveau d'activité élevé et sensiblement constant en chaque point de l'espace catalytique.

12.- Procédé selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que la charge circule successivement dans chaque zone catalytique élémentaire suivant un écoulement radial.

13.- Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que la charge circule successivement dans chaque zone catalytique élémentaire suivant un écoulement radial de la périphérie vers le centre.

14.- Procédé selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que la charge circule successivement dans chaque zone catalytique élémentaire suivant un écoulement axial.

15.- Un appareil pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend au moins deux chambres, disposées en série verticalement côte à côte, chacune de ces chambres renfermant un lit catalytique mobile en vue d'y effectuer la conversion d'hydrocarbures, et un dispositif de régénération du catalyseur et en ce que l'appareil comprend en outre :

- une entrée reliée à la partie supérieure de chaque chambre catalytique pour y introduire la charge, la charge fraîche étant introduite dans la première des chambres catalytiques en série,

- une sortie reliée à la partie inférieure de chaque chambre catalytique pour y soutirer la charge,

....

71 41069

- 19 -

2160269

- 5 - des moyens de chauffage communiquant avec la sortie de chaque chambre catalytique, sauf la dernière des chambres catalytiques en série, et avec l'entrée de la chambre catalytique suivante pour chauffer la charge soutirée de la chambre catalytique précédente avant son entrée dans la chambre catalytique suivante,
- des moyens d'introduction du catalyseur en haut de chaque chambre catalytique,
- des moyens pour soutirer le catalyseur en bas de chaque chambre catalytique,
- 10 - des lifts pour transporter le catalyseur du bas de chaque chambre catalytique, sauf la dernière des chambres catalytiques en série, en haut de chaque chambre catalytique suivante,
- un lift pour transporter le catalyseur du bas de la dernière des chambres catalytiques vers l'appareil de régénération du catalyseur,
- 15 - des moyens d'admission à chaque lift d'un gaz utilisé comme fluide moteur pour transporter le catalyseur,
- des moyens pour enlever le catalyseur régénéré du dispositif de régénération,
- des moyens pour introduire le catalyseur régénéré en haut de la première des chambres catalytiques en série,
- 20 - un compartiment où est réalisée la réduction du catalyseur avant sa réutilisation.
- 16.- Un appareil selon la revendication 15, caractérisé en ce que le gaz utilisé comme fluide moteur pour transporter le catalyseur est de l'hydrogène de recyclage.
- 25 17.- Un appareil pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comprend au moins deux chambres, de volume croissant, disposées en série verticalement côte à côte, chacune de ces chambres renfermant un lit catalytique mobile en vue d'y effectuer la conversion d'hydrocarbures, et un dispositif de régénération du catalyseur, et en ce que l'appareil comprend en outre :
- 30

... /

71 41069

-20 -

2160269

- une entrée reliée à la partie supérieure de chaque chambre catalytique pour y introduire la charge, la charge fraîche étant introduite dans la chambre catalytique de plus petit volume,
 - une sortie reliée à la partie inférieure de chaque chambre catalytique pour y soutirer la charge,
 - des moyens de chauffage communiquant avec la sortie de chaque chambre catalytique, sauf la chambre de plus grand volume, et avec l'entrée de la chambre catalytique suivante pour chauffer la charge soutirée de la chambre catalytique précédente avant son entrée dans la chambre catalytique suivante,
 - des moyens d'introduction du catalyseur en haut de chaque chambre catalytique,
 - des moyens pour soutirer le catalyseur en bas de chaque chambre catalytique,
 - des lifts pour transporter le catalyseur du bas de chaque chambre catalytique, sauf la chambre de plus grand volume, au haut de chaque chambre catalytique suivante,
 - un lift pour transporter le catalyseur du bas de la chambre catalytique de plus grand volume, au ballon "accumulateur-décanteur",
 - des moyens d'admission à chaque lift d'hydrogène de recyclage utilisé comme fluide moteur pour transporter le catalyseur,
 - un moyen d'évacuation du gaz dans le ballon "accumulateur-décanteur",
 - des moyens pour enlever le catalyseur régénéré du dispositif de régénération,
 - des moyens pour introduire le catalyseur régénéré en haut de la chambre catalytique de plus petit volume,
 - un compartiment situé dans la partie supérieure de la chambre catalytique où est réalisée la réduction du catalyseur.
- 18.- Un appareil pour la mise en oeuvre du procédé défini dans les revendications 4 et 8, caractérisé en ce qu'il comprend (a) au moins deux chambres, de volume croissant, disposées en série verticalement côte à côte, chacune de ces chambres renfermant un lit catalytique mobile en vue d'y effectuer la

.... /

71 41069

-21-

2160269

conversion d'hydrocarbures (b) un ballon "accumulateur-décanteur" dans lequel on amasse le catalyseur usé et (c) une chambre de régénération du catalyseur située au-dessous du ballon "accumulateur-décanteur", et en ce que l'appareil comprend en outre :

- 5 - une entrée reliée à la partie supérieure de chaque chambre catalytique pour y introduire la charge, la charge fraîche étant introduite dans la chambre catalytique de plus petit volume,
- une sortie reliée à la partie inférieure de chaque chambre catalytique pour y soutirer la charge,
- 10 - des moyens de chauffage communiquant avec la sortie de chaque chambre catalytique, sauf la chambre de plus grand volume, et avec l'entrée de la chambre catalytique suivante pour chauffer la charge soutirée de la chambre catalytique précédente avant son entrée dans la chambre catalytique suivante,
- des moyens d'introduction du catalyseur en haut de chaque chambre catalytique,
- 15 - des moyens pour soutirer le catalyseur en bas de chaque chambre catalytique,
- des lifts pour transporter le catalyseur du bas de chaque chambre catalytique, sauf la chambre de plus grand volume, au haut de chaque chambre catalytique suivante,
- 20 - un lift pour transporter le catalyseur du bas de la chambre catalytique de plus grand volume, au ballon "accumulateur-décanteur",
- des moyens d'admission à chaque lift d'hydrogène de recyclage utilisé comme fluide moteur pour transporter le catalyseur,
- 25 - un moyen d'évacuation du gaz dans le ballon "accumulateur-décanteur",
- une conduite de transfert du catalyseur amassé dans le ballon "accumulateur-décanteur" dans la chambre de régénération,
- des moyens pour isoler la chambre de régénération du reste de l'appareil
- un lit fixe de catalyseur disposé dans la chambre de régénération,
- 30 - une ou plusieurs entrées reliées à la chambre de régénération pour y introduire un gaz renfermant de l'oxygène moléculaire et un gaz inerte,

.... /

71 41059

- 22 -

2160269

- une entrée reliée à la chambre de régénération pour y introduire un halogénure d'alkyle,
- une sortie reliée à la chambre de régénération pour évacuer les gaz de la chambre de régénération,
- 5 - des moyens pour purger à l'azote la chambre de régénération,
- des moyens pour enlever le catalyseur régénéré de la chambre de régénération,
- des moyens pour introduire le catalyseur régénéré en haut de la chambre catalytique de plus petit volume,
- 10 - un compartiment situé dans la partie supérieure de la chambre catalytique où est réalisée la réduction du catalyseur.
- 19.- Un appareil pour la mise en oeuvre du procédé défini dans les revendications 7 et 8, caractérisé en ce qu'il comprend a) au moins trois chambres catalytiques de volume croissant disposées verticalement, côte à côte, chacune de
15 ces chambres renfermant un lit catalytique mobile en vue d'effectuer la conversion d'hydrocarbures, b) un ballon "accumulateur-décanteur" dans lequel on amasse du catalyseur partiellement usé, et c) une chambre de régénération située en dessous du ballon "décanteur-accumulateur" et au-dessus du lit catalytique de plus grand volume, et en ce que l'appareil comprend, en outre :
20 - une entrée reliée à la partie supérieure de la chambre catalytique de plus petit volume, pour introduire la charge fraîche,
 - une entrée reliée à la partie supérieure de chacune des autres chambres catalytiques pour introduire la charge,
 - une sortie reliée à la partie inférieure de chaque chambre catalytique
25 pour soutirer la charge,
 - des moyens de chauffage communiquant avec la sortie de chaque chambre catalytique, sauf la chambre de plus grand volume, et avec l'entrée de la chambre catalytique suivante pour chauffer la charge soutirée de la chambre catalytique précédente avant son entrée dans la chambre catalytique suivante,
30 - des moyens pour soutirer le catalyseur en bas de la chambre catalytique de plus petit volume,

.... /

71 41069

- 23-

2160269

- un lift pour transporter le catalyseur du bas de la chambre catalytique, de plus petit volume, au ballon "accumulateur-décanteur",
- un moyen d'évacuation des gaz dans le ballon "accumulateur-décanteur",
- une conduite de transfert du catalyseur amassé dans le ballon "accumulateur-décanteur" dans la chambre de régénération,
- des moyens pour isoler la chambre de régénération du reste de l'appareil,
- un lit fixe de catalyseur disposé dans la chambre de régénération,
- une ou plusieurs entrées reliées à la chambre de régénération pour y introduire un gaz renfermant de l'oxygène moléculaire et un gaz inerte,
- une entrée reliée à la chambre de régénération pour y introduire un halogénure d'alkyle,
- une sortie reliée à la chambre de régénération pour évacuer les gaz de la chambre de régénération,
- des moyens pour purger, à l'azote, la chambre de régénération,
- des moyens pour enlever le catalyseur régénéré de la chambre de régénération,
- des moyens pour introduire le catalyseur régénéré en haut de la chambre catalytique de plus grand volume,
- un compartiment situé dans le haut de la chambre catalytique de plus grand volume et où est réalisée la réduction du catalyseur,
- des moyens pour soutirer le catalyseur en bas de la chambre catalytique de plus grand volume,
- des moyens pour introduire, en haut des chambres catalytiques autres que celle de plus grand volume, du catalyseur en provenance du bas d'une chambre catalytique de plus grand volume, le catalyseur circulant successivement de haut en bas, à travers les chambres catalytiques,
- des moyens pour soutirer le catalyseur en bas de chacune desdites autres chambres catalytiques,
- des lifts pour transporter, d'une part le catalyseur soutiré du bas de la chambre catalytique de plus grand volume vers le haut d'une autre chambre catalytique et, d'autre part, du bas de chacune des autres chambres catalytiques vers le haut de la chambre catalytique suivante,

.../...

71 41059

- 24 -

2160269

- un lift pour transporter le catalyseur soutiré du bas de la dernière desdites autres chambres catalytiques vers le haut de la chambre catalytique de plus petit volume,
 - un moyen pour introduire du catalyseur en haut de la chambre catalytique de plus petit volume,
 - des moyens d'admission à chaque lift d'hydrogène de recyclage utilisé comme fluide moteur pour transporter le catalyseur.
- 20.- Appareil selon l'une des revendications 15 à 19, comportant en outre des moyens pour prélever un échantillon de catalyseur à l'entrée et à la sortie du dispositif de régénération et entre chacune des chambres catalytiques.
- 21.- Un appareil caractérisé en ce qu'il comprend a) une colonne catalytique allongée, verticale, en vue d'effectuer la conversion d'hydrocarbures, la colonne catalytique allongée renfermant une enceinte annulaire allongée de section alternativement grande et petite pour recevoir un lit de catalyseur, une série d'enceintes périphériques et d'enceintes internes séparées les unes des autres et formant une série d'étages, les unes destinées à l'admission d'une partie au moins de la charge de l'étage considéré, les autres à sa collecte, et des conduites comportant des moyens d'échange thermique reliant l'enceinte de collecte d'un étage donné à l'enceinte d'admission de la charge de l'étage subséquent, chaque zone de grande section de l'enceinte annulaire allongée étant en communication à chaque étage avec l'enceinte périphérique et l'enceinte interne associées pour laisser passer la fraction de charge soumise à l'échange thermique dans une direction généralement radiale mais de façon à retenir ce catalyseur, b) un ballon "accumulateur-décanteur" dans lequel on amasse le catalyseur partiellement usé, en provenance de la colonne allongée et, c) une chambre de régénération du catalyseur située au-dessous du ballon "accumulateur-décanteur" et en ce que l'appareil comprend, en outre :
- une entrée reliée à la partie supérieure de la colonne catalytique allongée pour y introduire la charge,
 - une sortie reliée à la partie inférieure de la colonne catalytique allongée pour y soutirer la charge,

.....

71 41059

- 15 -

2160239

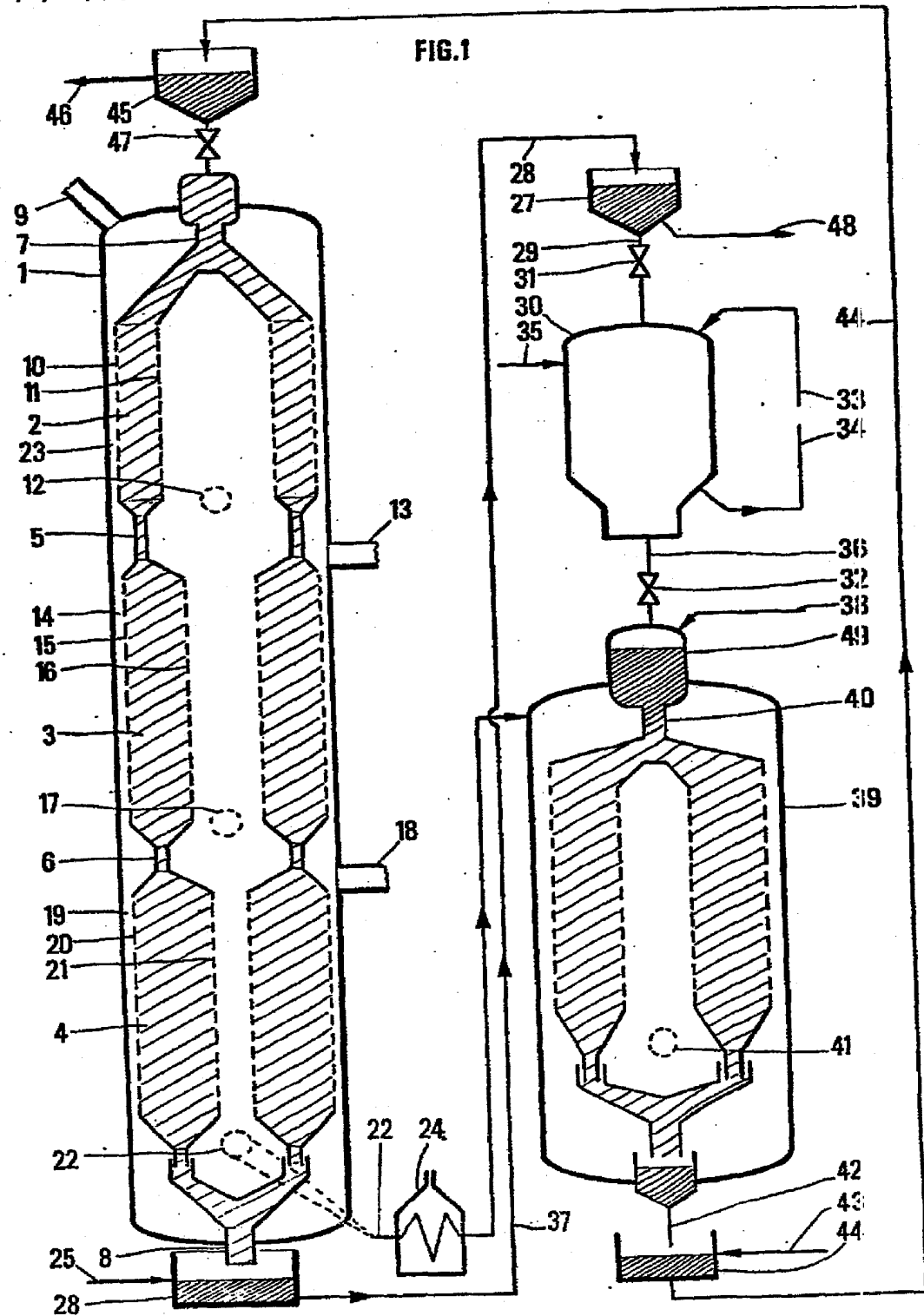
- une conduite pour soutirer l'effluent en bas de la colonne catalytique allongée,
- des moyens pour soutirer progressivement le catalyseur, du bas de la colonne catalytique allongée,
- 5 - un lift pour transporter le catalyseur, du bas de la colonne catalytique allongée au ballon "accumulateur-décanteur",
- un moyen d'évacuation des gaz dans le ballon "accumulateur-décanteur"
- une conduite de transfert du catalyseur amassé dans le ballon "accumulateur-décanteur" dans la chambre de régénération,
- 10 - des moyens pour isoler la chambre de régénération du reste de l'appareil,
- un lit fixe de catalyseur, disposé dans la chambre de régénération,
- une ou plusieurs entrées reliées à la chambre de régénération pour y introduire un gaz renfermant de l'oxygène moléculaire et un gaz inerte,
- 15 - une entrée reliée à la chambre de régénération pour y introduire un halogénure d'alkyle,
- une sortie reliée à la chambre de régénération pour évacuer les gaz de la chambre de régénération,
- des moyens pour purger à l'azote, la chambre de régénération,
- 20 - des moyens pour enlever le catalyseur régénéré de la chambre de régénération,
- un lift pour transporter le catalyseur soutiré de la chambre de régénération dans la partie supérieure de la colonne catalytique allongée,
- des moyens d'admission aux lifts d'hydrogène de recyclage utilisés comme fluide moteur pour transporter le catalyseur.
- 25

71 41059

PL.1.3

2160269

FIG.1

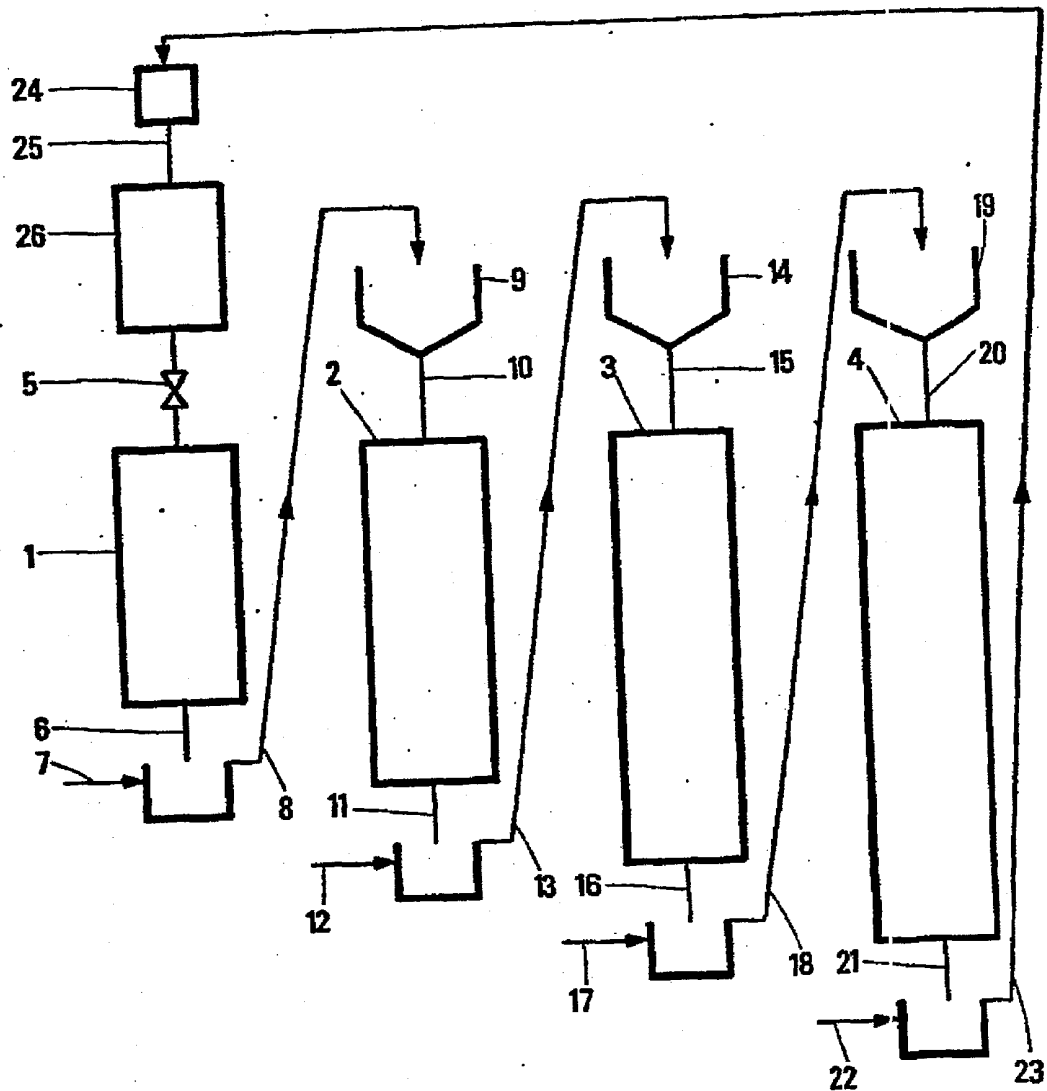


71 41059

PL.II.3

2160269

FIG.2



71 41059

PL-III-3

2160269

FIG.3

